

## ارزیابی آثار اقتصادی تحقیقات بهنژادی تحت شرایط ریسک: مطالعه موردی پهنه مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی ایران

نورمحمد آبیاری<sup>۱\*</sup>، طیبه هلاکو بلخان<sup>۲</sup>

### چکیده

در دهه‌های اخیر سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی کشورهای رو به توسعه کاهش یافته و نظام‌های تحقیقات کشاورزی در این کشورها از جمله ایران با چالش تامین مالی نیازهای پژوهشی مواجه شده‌اند. در چنین شرایطی تامین مالی این نوع تحقیقات مستلزم ارائه شواهد مستند از منافع آن‌ها به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی خواهد بود. بدون مستندسازی شفاف و متقاعدکننده منافع، تحقیقات کشاورزی حمایت مالی پایدار را کسب نخواهد کرد. لذا این تحقیق برای برآورد منافع بالقوه تحقیقات بهنژادی تحت شرایط ریسک در سه پهنه اقلیمی-کشاورزی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی ایران انجام شده است که نتایج آن ضمن ایجاد آگاهی، می‌تواند مجموعه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی اقتصادی کشور را برای حمایت شایسته از تحقیقات کشاورزی متقاعد و مجاب نماید. برای انجام این تحقیق از الگوی مازاد اقتصادی پیش از اجرا استفاده شده است که می‌تواند خروجی‌های مفید و موثر برای استنتاج منافع تحقیقات تولید کند. بر اساس یافته‌ها، اغلب تحقیقات بهنژادی مورد بررسی، علیرغم عدم حتمیت و ریسک منافع آن‌ها از بازده اقتصادی ۱۷ تا ۷۰ درصد برخوردار هستند. لذا کاربرد فن‌آوری (بذر و نهال اصلاح شده) منتج از آن‌ها می‌تواند در افزایش تولید و عرضه محصولات راهبردی کشاورزی نقش اساسی ایفا نمایند. این شواهد بر ضرورت حمایت و تامین مالی تحقیقات کشاورزی و مدیریت ریسک آن تاکید دارد.

واژه‌های کلیدی: تحقیقات بهنژادی، ارزیابی پیش از اجرا، پهنه‌های اقلیمی-کشاورزی، ریسک، شبیه‌سازی

۱. استادیار پژوهش و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، گرگان، ایران، (AREEO)، E-mail : n.abyar@areeo.ac.ir

۲. کارشناس و پژوهشگر مدیریت دولتی

## مقدمه

سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی می‌تواند با افزایش کمی و کیفی تولیدات و کاهش هزینه‌ها به تامین امنیت غذایی، کاهش فقر، حفظ منابع آب، خاک و پوشش گیاهی مساعدت نماید. بدون تحقیقات رشد اقتصادی پایدار وجود نخواهد داشت (Masters, 1997). با این حال و با وجود نقش تحقیقات کشاورزی در فرایند رشد و توسعه اقتصادی، شواهد حاکی است که در دهه‌های اخیر نظام‌های تحقیقات کشاورزی بخش عمومی (دولتی) به ویژه در کشورهای رو به توسعه با چالش تامین مالی پروژه‌های پژوهشی بخش کشاورزی مواجه شده‌اند (Norton et al, 2000, Beintema, 2012, Pardy et al, 2013). در چنین شرایطی مستند نمودن منافع تحقیقات کشاورزی لازمه اطمینان از یک سطح مناسب حمایت عمومی است. بدون مستندسازی شفاف و متقاعدکننده آثار اقتصادی و اجتماعی، تحقیقات حمایت مالی پایدار را کسب نخواهد کرد. از این رو با کاهش منابع و بودجه تحقیقات کشاورزی، ارزیابی آثار تحقیقات کشاورزی آن از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده است. با ارزیابی آثار تحقیقات کشاورزی، مدیران و محققان می‌توانند فعالیت‌هایشان را توجیه و برای نیل به بیشترین منافع هدفمند سازند. ارزیابی تدوین و هدف-گذاری برنامه‌های تحقیقاتی را بهبود می‌بخشد، گرایش به کاربردی‌تر شدن علم در نظام تصمیم‌گیری و تخصیص منابع را افزایش می‌دهد. ضمن اینکه با ایجاد آگاهی می‌تواند حمایت سیاسی را متقاعد و تضمین نماید (Mardia, 2001).

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی نهاد ملی تحقیقات کشاورزی ایران است که بخش عمده‌ای از اعتبارات تحقیقات کشاورزی در آن هزینه می‌شود (Mehrabi, 2009). همانند دیگر کشورهای در حال توسعه، این سازمان نیز به علت گستردگی وظایف پژوهشی و محدودیت اعتبارات با چالش‌های جدی مواجه است (Nameless, 2011, Sharifzade & abduallahzade, 2011). بر اساس شواهد آماری نرخ رشد سالانه اعتبارات این سازمان به قیمت‌های واقعی در دوره ۱۰ ساله ۸۱-۱۳۷۱ به طور میانگین ۱۸/۷ درصد بوده، اما در دوره ۱۰ ساله ۹۱-۱۳۸۲ نه تنها افزایشی نداشته، بلکه میانگین کاهش سالانه ۰/۴ درصدی را تجربه کرده است (Nameless, different years). مجموعه این عوامل موجب شده که در سال‌های اخیر پروژه‌های تحقیقاتی این سازمان کاهش یابد. برای مثال تعداد پروژه‌های تحقیقاتی در دست اجرای موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال به عنوان مهم‌ترین موسسه تحقیقاتی زیر مجموعه این سازمان از ۲۵۶۳ فقره در سال ۱۳۸۴ به ۱۹۲۷ فقره در سال ۱۳۹۲ رسیده که بیانگر کاهش حدود ۲۵ درصدی است.

این سازمان در سال‌های اخیر در مواجهه با محدودیت منابع مالی، راهکارهای مختلفی مانند اجرای پروژه‌های تحقیقاتی خاص و تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی را در پیش گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که پروژه‌های تحقیقاتی خاص به علت الزام قانون بودجه مبنی بر تخصیص بخشی از اعتبارات دستگاه‌های اجرایی دولتی به امر تحقیقات انجام می‌شوند و سهم بهره‌برداران بخش خصوصی در سفارش انجام این نوع پروژه‌های تحقیقاتی عملاً صفر است. افزون بر این با توجه به ساختار بخش کشاورزی و کوچک بودن مزارع، رویکرد تقاضا محور و تجاری‌سازی دستاوردها در کوتاه مدت نتایج چندانی را به همراه نخواهد داشت. در چنین شرایطی با ارزیابی آثار فعالیت‌های پژوهشی این سازمان، مدیران و محققان آن می‌توانند شواهدی مستند از منافع آن به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور برای تامین مالی مناسب و شایسته تحقیقات کشاورزی ارائه نمایند.

با توجه به موارد مذکور، این مقاله در پی ارزیابی پیش از اجرای آثار اقتصادی تحقیقات بهنژادی زیر بخش زراعت در شرایط عدم حتمیت منافع آن‌ها در سه پهنه کشاورزی- اقلیمی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی است. تحقیقات بهنژادی در فعالیت‌های پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار بوده و همواره بیش از پنجاه درصد تحقیقات زیربخش زراعت را به خود اختصاص داده‌اند ( Kamali et al, 2012). نتایج این تحقیق می‌تواند شواهد مستند در باره منافع تحقیقات کشاورزی به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی ارائه و آن‌ها را نسبت به ضرورت حمایت و تامین منابع مالی آن مجاب نماید. ضمن اینکه به برنامه‌ریزان سازمان در هدف‌گذاری و تدوین برنامه‌های آتی تحقیقات کمک خواهد کرد و زمینه‌ای را فراهم می‌کند تا ریسک تحقیقات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته و برای کاهش آن برنامه‌ریزی شود.

## روش تحقیق

در این مقاله منافع بالقوه تحقیقات بهنژادی محصولات گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، دانه‌های روغنی، ذرت، سیب‌زمینی، حبوبات، برنج، چغندر قند و پنبه در سه پهنه اقلیمی-کشاورزی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی با تحلیل مازاد اقتصادی<sup>۱</sup> پیش از اجرا ارزیابی شدند. با توجه به تنوع و گستردگی پهنه‌ها، از هر پهنه یک استان به عنوان نماینده<sup>۲</sup> انتخاب شدند که به ترتیب شامل استان‌های اصفهان، گلستان و آذربایجان شرقی می‌باشند. محصولات مورد بررسی نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی این پهنه‌ها ایفا می‌کنند و در نقشه جامع علمی بخش کشاورزی به عنوان محصولات راهبردی تعیین شده‌اند (Nameless, 2011).

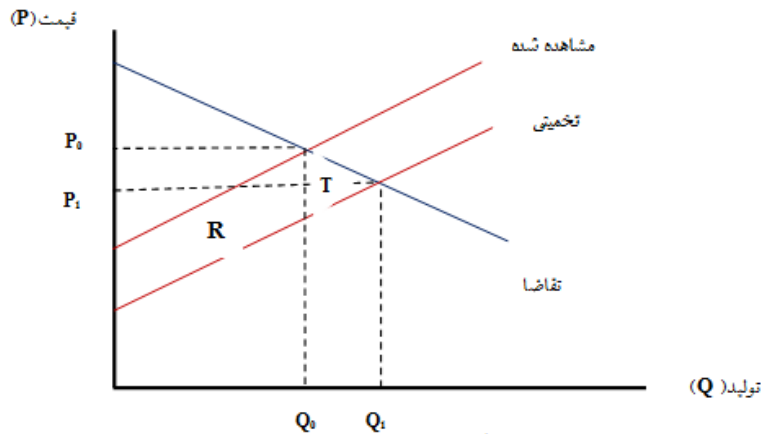
ارزیابی آثار تحقیقات کشاورزی با رهیافت مازاد اقتصادی به دو روش ارزیابی پیش از اجرا<sup>۳</sup> و پس از اجرا<sup>۴</sup> انجام می‌شود. تحلیل پس از اجرا برای اطلاع از منافع و توجیه بودجه‌های تخصیصی تحقیقات انجام شده صورت می‌گیرد. اما کارکرد روش پیش از اجرا، اندازه‌گیری منافع بالقوه تحقیقات است که از آن به منظور ارائه شواهد مستند، تخصیص منابع محدود، تدوین برنامه آتی تحقیقات و نیز اولویت‌گذاری گزینه‌های تحقیقاتی استفاده می‌شود. بنابراین تحلیل پیش از اجرا بخش جدایی‌ناپذیر برنامه‌ریزی تحقیقات کشاورزی است (Mardia, 2001). بر اساس الگوی نموداری رهیافت روش مازاد اقتصادی پیش از اجرا در شکل یک، کاربست فناوری منتج از تحقیقات به جابه‌جایی منحنی عرضه به سمت راست منجر شده و موجب تغییر مازاد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان می‌شود. میزان این تغییر بیانگر منافع اجتماعی تحقیق است.

<sup>1</sup>. Economic surplus analysis

<sup>2</sup>. Representative

<sup>3</sup>. Ex-Ante Evaluation

<sup>4</sup>. Ex-Post Evaluation.



شکل یک- ارزیابی آثار تحقیقات به روش مازاد اقتصادی پیش از اجرا

بر اساس شکل یک، در پی پذیرش فناوری جدید منتج از یک فعالیت تحقیقاتی در شرایط اقتصاد باز، اندازه تغییر مازاد اقتصادی کل ( $\Delta TS$ ) برابر مساحت نواحی  $R+T$  است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

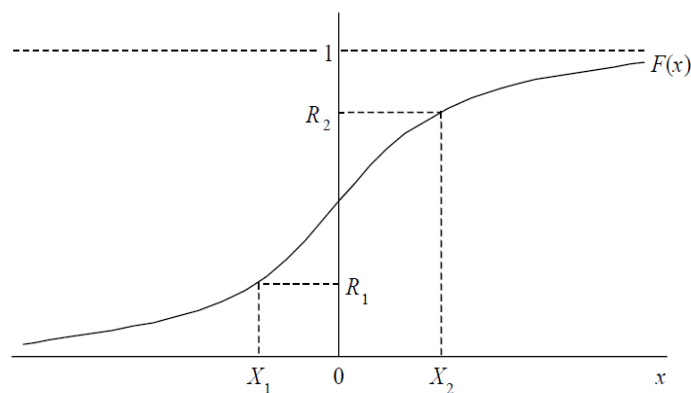
$$\Delta TS_t = K_t P_w Q_0 [1 + 0.5 K_t \varepsilon] \quad (1)$$

که در آن  $\Delta TS_t$  تغییر در مازاد اقتصادی کل یا منافع اجتماعی برنامه تحقیقاتی و  $K_t$  پارامتر جابه‌جایی نسبی منحنی عرضه (ارتفاع ناحیه  $R$ ) در سال  $t$  است که به صورت تغییر نسبی در قیمت یا هزینه واحد تولید اندازه‌گیری می‌شود.  $P_w$  و  $Q_0$  به ترتیب قیمت جهانی و تولید محصول پیش از تحقیق و  $\varepsilon$  کشش قیمتی عرضه محصول است. دشواری ارزیابی مازاد اقتصادی پیش از اجرا، محاسبه پارامتر جابه‌جایی به عنوان مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده آثار تحقیقات است. این پارامتر اثر خالص افزایش بهره‌وری (افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید) منتج از تحقیق را نشان می‌دهد که با رابطه زیر محاسبه می‌شود (Alestrom et al, 1995):

$$K_t = \left[ \frac{E(YI)}{\varepsilon} - \frac{E(C)}{1 + E(YI)} \right] Pr \times A_t \times (1 - \delta_t)^t \quad (2)$$

در رابطه فوق  $E(YI)$  میانگین افزایش نسبی عملکرد محصول بعد از پذیرش فناوری جدید،  $\varepsilon$  کشش عرضه محصول،  $E(C)$  تغییر نسبی در هزینه تولید محصول پس از پذیرش فناوری جدید،  $Pr$  احتمال تحقق افزایش عملکرد در مزارع کشاورزان پذیرنده فناوری جدید،  $A_t$  نرخ پذیرش و  $(1 - \delta_j)$  عامل استهلاک تحقیق می‌باشند. برای برآورد پارامتر جابه‌جایی نسبی، پیشاپیش مقادیر  $E(YI)$ ،  $E(C)$ ،  $Pr$  و  $(1 - \delta_j)$  باید به شیوه‌ای مناسب برآورد شوند. محصول تحقیقات به‌نژادی یک فناوری جدید به شکل بذری (رقم) با عملکرد بیشتر است (فارسی و باقری، ۱۳۸۵). اما افزایش عملکرد ارقام ( $YI$ ) منتج از تحقیقات به‌نژادی برحسب ماهیت مخاطره‌آمیز فعالیت‌های کشاورزی، نامطمئن و دارای توزیع احتمال است. بنابراین منافع تحقیقات کشاورزی باید با در نظر گرفتن عدم حتمیت و ریسک این

افزایش عملکرد ارزیابی شود. در این شرایط مقادیر احتمالی این متغیر باید به روش مناسب شبیه‌سازی<sup>۱</sup> شده و ارزیابی آثار با قرار دادن این مقادیر احتمالی به جای  $E(YI)$  در رابطه (۲) انجام شود. از معمول‌ترین روش‌های شبیه‌سازی، روش مونت کارلو است که اغلب علوم از فیزیک هسته‌ای تا ژنتیک و اقتصاد کاربرد دارد. برای این که به یک روش عنوان مونت کارلو اطلاق شود، کافی است که در آن از شیوه‌های تولید اعداد تصادفی استفاده شده باشد (BanksJ & Karsen, 2012). در این روش شبیه‌سازی معمول‌ترین تکنیک برای تولید اعداد تصادفی، تبدیل معکوس است<sup>۲</sup>. مفهوم تبدیل معکوس که در شکل (۲) نشان داده شده است، در واقع معکوس تابع توزیع تجمعی یک متغیر تصادفی می‌باشد.



شکل (۲)، الگوی شبیه‌سازی اعداد تصادفی با روش تبدیل معکوس

مطابق این شکل برای شبیه‌سازی یک مقدار تصادفی دارای توزیع احتمال، یک عدد تصادفی ( $R$ ) بین صفر و یک از تابع توزیع یکنواخت،  $U(0,1)$ ، تولید و سپس این مقدار به معادله تابع توزیع تجمعی،  $F(X)$ ، اعمال می‌شود تا عدد تصادفی  $X$  متناظر با  $R$  را با استفاده از رابطه زیر تولید و استخراج کند.

$$X = F^{-1}(R) \quad (3)$$

همان طور که بیان شد برای شبیه‌سازی یک متغیر باید توزیع احتمال و پارامترهای مختلف آن مشخص باشند در این تحقیق به تاسی از آلستون و همکاران (۱۹۹۵) و ماتانگادورا و نورتون (۱۹۹۸) فرض می‌شود که افزایش عملکرد ارقام اصلاحی منتج از تحقیقات بهنژادی از توزیع احتمال مثلثی<sup>۳</sup> برخوردار است. توزیع مثلثی مزیت‌هایی در توصیف ماهیت تصادفی افزایش عملکرد دارد و به طور قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیر است. پارامترهای قابل تفسیر از راه برهانی (مقدار حداقل، محتمل‌ترین، حداکثر و میانگین انتظاری) دارد. لذا پذیرش و محبوبیت قابل توجه میان الگوسازان شبیه‌سازی و ریسک کسب کرده است (BanksJ & Karsen, 2012).

روش مورد استفاده در این تحقیق برای شبیه‌سازی مقادیر احتمالی افزایش نسبی عملکرد ( $YI$ ) ارقام منتج از تحقیقات بهنژادی محصولات مختلف، باز تولید ماهیت تصادفی این متغیر است که دارای تابع توزیع احتمال مثلثی و تابع توزیع تجمعی معین است. برای این منظور مقادیر احتمالی  $YI$  با تبدیل معکوس از تابع توزیع تجمعی آن تولید

1. Simulation  
2. Inverse Transformation.  
1. Traingular Probability Distribution

و شبیه‌سازی می‌شوند. سپس این مقادیر در رابطه (۲) به جای  $E(YI)$  قرار داده می‌شوند تا مقادیر احتمالی پارامتر جابجائی منحنی عرضه محصولات تولید و شبیه‌سازی شوند و با اجزای تکراری الگوی مازاد اقتصادی مقادیر احتمالی نرخ بازده داخلی، شاخص کارائی و ارزش فعلی خالص منافع متناظر با  $YI$  تولید و شبیه‌سازی می‌شوند. در این تحقیق پارامترهای توزیع احتمال مثلثی متغیر افزایش عملکرد ارقام اصلاحی که عبارت از حداقل  $(YI_l)$ ، حداکثر  $(YI_h)$  و محتمل‌ترین افزایش  $(YI_m)$  عملکرد می‌باشند از نتایج تحقیقات به‌نژادی در دست اجرا و مصاحبه با محققین مجری آن‌ها در مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های مذکور تهیه می‌شوند. مراحل مختلف شبیه‌سازی مقادیر احتمالی افزایش عملکرد ارقام اصلاحی  $(YI)$  با توزیع احتمال مثلثی از روش تبدیل معکوس به شرح روابط زیر می‌باشد:

$$F(YI) = \frac{(YI - YI_l)^2}{(YI_h - YI_l)(YI_m - YI_l)} \quad \text{if} \quad YI_l < YI < YI_m \quad (4)$$

$$F(YI) = 1 - \frac{(YI_h - YI)^2}{(YI_h - YI_l)(YI_h - YI_m)} \quad \text{if} \quad YI_m < YI < YI_h \quad (5)$$

در روابط فوق  $(YI_m, YI_l, YI_h)$  به ترتیب مقادیر حداکثر، حداقل و مد متغیر افزایش عملکرد ارقام اصلاحی منتج از تحقیقات به‌نژادی و  $F(YI)$  تابع توزیع احتمال تجمعی آن است. قبل از اینکه مقادیر احتمالی متغیر افزایش عملکرد از تبدیل معکوس تابع توزیع احتمال تجمعی آن تولید و شبیه‌سازی شوند، ضروری است تا مقدار بحرانی  $U^*$  به صورت زیر تعریف شود که دو معادله تبدیل معکوس را در مقادیر بیشتر و کمتر از  $YI_m$  تفکیک می‌کند.

$$U^* = \frac{(YI_m - YI_l)}{(YI_h - YI_l)} \quad (6)$$

A. پس از تعیین مقدار بحرانی  $U^*$  با توجه به مقدار  $U$  در دامنه صفر تا یک و دارای توزیع یکنواخت، یکی از معادلات زیر باید برای تبدیل معکوس توزیع تابع احتمال تجمعی و شبیه‌سازی مقادیر احتمالی  $YI$  استفاده شود.

$$B. \quad C. \quad D. \quad U \leq U^* \quad E. \quad \text{if} \quad YI = YI_l + \sqrt{U(YI_h - YI_l)(YI_m - YI_l)} \quad (7)$$

$$F. \quad G. \quad H. \quad U^* < U <= 1 \quad \text{if} \quad YI = YI_l + \sqrt{1 - U(YI_h - YI_l)(YI_h - YI_m)} \quad (8)$$

با این روش می‌توان مقادیر احتمالی متغیر افزایش عملکرد  $(YI)$  را تولید و شبیه‌سازی نمود. در کاربست رابطه (۲) داده‌های نرخ پذیرش  $(A_t)$ ، احتمال موفقیت تحقیق  $(Pr)$ ، کشش قیمتی عرضه  $(\epsilon)$  و استهلاک تحقیق  $(1 - \delta_j)$  نیز مورد نیاز می‌باشند. اندازه جابه‌جایی منحنی عرضه به نرخ پذیرش فناوری جدید در میان کشاورزان نیز بستگی دارد. از آنجایی که تحلیل از نوع پیش از اجرا است، می‌توان از نرخ پذیرش ارقام معرفی شده در سال‌های گذشته استفاده نمود و آن را به نرخ پذیرش ارقام در آستانه معرفی تعمیم داد. عملکرد ارقام اصلاحی جدید به دلایل مختلف از جمله شکسته شدن مقاومت آنها به تنش‌های زنده و محیطی در طول زمان کاملاً پایدار نیست. بنابراین با اعمال عامل استهلاک  $(1 - \delta_j)$  در رابطه (۲)، منافع تحقیقات در سال‌های مختلف تعدیل و کاسته

می‌شود. بر اساس تجربیات محققان و مروجان کشاورزی، کاهش سالانه یک درصد ( $\delta_j = 0.1$ ) برای عملکرد این ارقام در پنج سال پایانی دوره پذیرش آنها در نظر گرفته شد. در این تحقیق از کشش‌های عرضه برآورد شده در تحقیقات داخلی اعم از استانی و ملی استفاده گردید. پس از تعیین پارامترهای مذکور و قرار دادن متوالی مقادیر شبیه‌سازی شده  $YI$  در رابطه (۲) می‌توان پارامتر جابه‌جایی منحنی عرضه متناظر را نیز تولید و شبیه‌سازی نمود.

برای محاسبه تغییر مازاد اقتصادی کل یک فعالیت تحقیقاتی، افزون بر محاسبه پارامتر جابه‌جایی، اطلاعات مخارج سالانه تحقیق، قیمت و مقادیر تولید محصول پیش از تحقیق و نرخ تنزیل (حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول) باید تهیه شوند. در این مقاله نرخ تنزیل یا حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول، نرخ سود تسهیلات بلند مدت کشاورزی و ۱۷ درصد در نظر گرفته شد. هر چند که برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات بخش عمومی نرخ‌های کمتری نیز قابل قبول می‌باشند. از آن جایی که الگوی مازاد اقتصادی در شرایط اقتصاد باز مدنظر می‌باشد، قیمت جهانی و مقدار تولید محصولات پیش از تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تهیه داده‌های مخارج تحقیق از مشکل‌ترین وظایف ارزیابی آثار تحقیقات است. در این تحقیق مخارج سالانه هر تحقیق به‌نژادی شامل سهم آن از اعتبارات هزینه‌ای، تملک سرمایه‌ای، درآمدهای اختصاصی مراکز و نیز اعتبارات پژوهشی تخصیصی موسسه‌های تحقیقاتی ملی مرتبط و مخارج ترویج می‌باشد. پس از تهیه این داده‌ها می‌توان با استفاده از رابطه (۱) مقادیر احتمالی مازاد اقتصادی کل ( $\Delta TS_t$ ) را متناظر با مقادیر احتمالی  $YI$  تولید و شبیه‌سازی نمود.

پس از محاسبه مخارج سالانه ( $C_t$ ) و شبیه‌سازی مقادیر احتمالی تغییر مازاد اقتصادی کل هر یک از تحقیقات به‌نژادی در افق زمانی ۲۰ تا ۲۵ سال، می‌توان منافع احتمالی آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. یک معیار مرتبط برای تعیین این که آیا سرمایه‌گذاری در یک تحقیق قابل قبول است، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی<sup>۱</sup> آن تحقیق است. نرخ بازده داخلی نرخ سودی است که در آن ارزش فعلی خالص منافع تحقیق برابر صفر می‌شود. شاخص کارایی هر تحقیق بیانگر منافع خالص هر واحد مخارج صرف شده برای آن است. از رابطه (۱۰) می‌توان نرخ بازده داخلی را در هر یک از مقادیر احتمالی  $\Delta TS_t$  محاسبه کرد:

$$\sum_{i=1}^r \frac{(\Delta TS_t - C_t)}{(1-r)^t} = 0 \quad (9)$$

در رابطه فوق  $\Delta TS_t$  تغییر مازاد اقتصادی یا منافع کل و  $C_t$  مخارج سالانه تحقیقات و  $r$  نرخ بازده داخلی یا منافع بالقوه تحقیق است. برای آن که سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی از نظر اقتصادی قابل قبول باشد، این نرخ باید از حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول (هزینه فرصت سرمایه) بیشتر باشد. مقادیر احتمالی شاخص کارایی هر یک از تحقیقات نیز با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود:

$$EI = \frac{NPV}{\sum_{t=1}^t \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (10)$$

که در آن NPV ارزش فعلی خالص منافع،  $C_t$  مخارج سالانه و EI شاخص کارایی تحقیق است. مقادیر احتمالی ارزش فعلی خالص (NPV) منافع هر تحقیق متناظر با مقادیر احتمالی  $\Delta TS_t$  نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{(\Delta TS_t - C_t)}{(1-r)^t} \quad (11)$$

## نتایج و بحث

در این تحقیق ۱۰۰ مقدار احتمالی افزایش نسبی عملکرد ارقام اصلاحی منتج از تحقیقات بهنژادی مورد بررسی هر یک از پهنه‌ها با برنامه الحاقی @RISK و در محیط صفحه گسترده Excel به روش مونت کارلو شبیه‌سازی و سپس مقادیر متناظر نرخ بازده داخلی، ارزش فعلی خالص منافع و شاخص کارایی هر یک از آن‌ها در ۱۰۰ وضعیت ریسکی محاسبه شد. در جداول یک تا سه مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی این تحقیقات بیان شده‌اند. بر اساس این یافته‌ها ملاحظه می‌شود که بنا به ماهیت تصادفی تحقیقات کشاورزی، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی این تحقیقات از قطعیت برخوردار نمی‌باشند. یقیناً این عدم قطعیت در شرایط کشاورزان که عوامل متعددی مانند تغییرات آب و هوایی (بی‌ثباتی تولید)، تفاوت سطح مدیریت، ناکافی بودن فعالیت‌های ترویجی، قیمت‌های بازاری پرنوسان، تدارک ناکافی نهاده‌ها، فقدان تسهیلات زیرساختی و بازاریابی و نیز نرخ پذیرش که بر فعالیت‌های آن‌ها تاثیرگذار است، بیشتر خواهد بود. بنابراین استنباط قطعیت منافع تحقیقات کشاورزی منطقی نمی‌باشد. این یافته‌ها به خوبی ماهیت تصادفی و احتمالی منافع تحقیقات کشاورزی را نشان می‌دهند. برای مثال بر اساس داده‌های جدول یک در استان گلستان، انتظار بر آن است که نرخ بازده داخلی تحقیقات بهنژادی سیب‌زمینی از ۱۴/۳ درصد تا ۵۱/۲ درصد و شاخص کارایی آن از ۰/۵۹- تا ۸/۶ ریال متغیر باشد. این ماهیت تصادفی منافع در تحقیقات بهنژادی سایر محصولات نیز مشاهده می‌شود. این موضوع بر توجه هر چه بیشتر بر پدیده ریسک نهفته در فعالیت‌های کشاورزی و ضرورت ارائه راهکارهای کاهش آن دلالت می‌کند.

بر پایه یافته‌های مندرج در جدول یک، در پهنه ساحلی خزری (استان گلستان)، بیشترین و کمترین میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی به ترتیب از آن تحقیقات بهنژادی گندم آبی و نخود دیم است. میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی گندم آبی ۷۰/۴ درصد و ۱۸/۹ ریال است حال آن که این مقادیر برای تحقیقات بهنژادی نخود دیم ۵/۷ درصد و ۱/۱- ریال می‌باشد. این نتایج بیانگر بازده قابل توجه تحقیقات بهنژادی گندم و عدم توجه اقتصادی تحقیقات بهنژادی نخود دیم در این پهنه است. شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی گندم آبی در این پهنه بیانگر آن است که هر یک ریال تخصیص اعتبار به تحقیق و ترویج این محصول راهبردی ۱۸/۹ ریال فواید اقتصادی ایجاد خواهد کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با وجود ریسک فعالیت‌های کشاورزی، کاربر است ارقام اصلاح شده منتج از تحقیقات بهنژادی این محصول، موجب افزایش عرضه آن شده و منافع قابل توجهی را عاید تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان خواهد کرد. در این پهنه به غیر از تحقیقات بهنژادی نخود دیم و گندم دوروم، تحقیقات بهنژادی سایر محصولات دارای منافع اقتصادی و اجتماعی قابل قبول می‌باشند. بنابراین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان از کاربر است نتایج این تحقیقات منتفع می‌شوند.



جدول ۱، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی در پهنه دشت ساحلی خزری (گلستان)

میانگین انتظاری	حداکثر	حداقل	تحقیقات بهنژادی	میانگین انتظاری	حداکثر	حداقل	تحقیقات بهنژادی
۵/۷	۱۰	۰	نخود دیم	۷۰/۴	۷۶	۶۱	گندم آبی*
-۱/۱	-۰/۴۴	-۱/۱۱		۱۸/۹	۲۵	۱۱	
۶۴	۷۱	۵۷/۲	برنج	۵۶/۱	۶۹/۲	۳۶/۹	گندم دیم
۹/۷	۱۳/۶	۶/۶۸		۱۰/۶	۲۳	۲/۳۸	
۳۹/۶	۵۱/۲	۱۴/۳	سیب زمینی	۱۴/۶	۲۴/۷	۰	گندم دوروم
۳/۹۴	۸/۶	-۰/۵۹		-۰/۲۵	۰/۶۲	-۱/۴۵	
۴۰/۶۱	۴۶/۸	۳۵/۶	کلزا	۳۷/۹	۴۳	۳۳/۶	جو آبی
۵/۳۸	۹/۲	۰/۷۲		۳/۲۹	۴/۹۵	۲/۱۶	
۴۸	۵۱	۴۲	سویا	۴۹/۶	۵۵	۴۲	جو دیم
۱۶/۸	۲۶/۹	۹/۳۶		۱۰/۱۷	۱۴/۶	۴/۲	
۲۷/۰۴	۳۰/۵	۲۰/۶	آفتابگردان	۱۶	۱۸/۶	۰/۰۹	ذرت
۱/۶۷	۲/۷	۰/۴۲		-۰/۰۸	۰/۱۷	-۰/۵۴	
				۳۳/۸	۴۱/۲	۲۲/۷	پنبه
				۴/۲	۸/۹	۰/۷۳	

\* اعداد ردیف اول و دوم مربوط به هر محصول، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی می باشد.

یافته‌های مندرج در جدول دو نیز به خوبی ماهیت احتمالی منافع تحقیقات بهنژادی محصولات زراعی در پهنه شمال غربی (استان آذربایجان شرقی) را نشان می‌دهند. بر این اساس بیشترین و کمترین دامنه تغییرات نرخ بازده داخلی به ترتیب از آن تحقیقات بهنژادی گندم دیم و آفتابگردان است. با این حال بازده سرمایه‌گذاری در تحقیقات بهنژادی همه محصولات مورد بررسی این پهنه بیشتر از حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول یعنی ۱۷ درصد بوده و متضمن منافع اقتصادی و اجتماعی هستند. بیشترین و کمترین میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی به ترتیب از آن تحقیقات بهنژادی گندم دیم و کلزای آبی است که به ترتیب ۴۹/۵ و ۱۷ درصد است. میانگین انتظاری شاخص کارایی این تحقیقات نیز به ترتیب ۷/۱ و ۰/۱ ریال و بیانگر آنست که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیقات بهنژادی گندم دیم ۷/۱ ریال و کلزای آبی ۰/۱ ریال منافع اقتصادی عاید ذینفعان تحقیقات کشاورزی خواهد کرد.

داده‌های جدول سه نیز نشان می‌دهند کاربست ارقام اصلاح شده منتج از تحقیقات بهنژادی پهنه-مرکزی خشک (استان اصفهان) با وجود عدم حتمیت و ریسک فعالیت‌های کشاورزی متضمن منافع و به لحاظ اقتصادی موجه خواهد بود. در این استان تحقیقات بهنژادی سیب‌زمینی و گلرنگ با ۶۴/۶ و ۱۷/۴ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین نرخ بازده داخلی انتظاری را دارند. نرخ بازده سایر تحقیقات بهنژادی در دامنه مقادیر مذکور قرار دارند.

یافته‌های این تحقیق با نتایج فرا تحلیل آلتون و همکاران در سال ۲۰۰۲ و ارزیابی پیش از اجرای منافع القوه تحقیقات کنترل بیماری دام در اندونزی (Patrick & Vere, 1993)، تحقیقات لوبیا در برزیل (Pachico, 1987)، تغییرات زیست فناورانه محصولات زراعی چندساله (Gotsch & Herrmann, 2000)، تحقیقات بهنژادی در فیلیپین (Yorobe, 2006)، تحقیقات بهنژادی انبه (Bayer et al, 2008)، تحقیقات بهنژادی قهوه (Benin & You, 2007) و

تحقیقات بهنژادی انبه در تایلند ( Napasintuwong & Traxler, 2009 ) مطابقت دارد که در آن‌ها به منافع تحقیقات کشاورزی و نیز تحقیقات بهنژادی تاکید شده است.

جدول ۲، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی در پهنه شمال غربی (آذربایجان شرقی)

تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری	تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری
گندم دیم*	۸/۳	۵۹/۵	۴۹/۵	جو دیم	۲۵/۷	۴۰/۸	۳۴/۲
	-۲/۹	۱۲	۷/۱		۰/۳	۲/۹	۱/۶
گندم آبی	۳۱/۵	۵۴	۴۴/۵	آفتابگردان	۳۲/۲	۳۵/۴	۲۹/۴
	۱/۲۱	۸/۲	۴/۳		۰/۹	۵/۲	۲/۶
سیب زمینی	۸/۴	۵۰/۳	۴۴/۳	پنبه	۱۹/۱	۲۹/۵	۲۶
	-۰/۴	۴/۹	۲/۴		۰/۲	۲/۳	۱/۴
نخود دیم	۲۱/۸	۴۴/۵	۳۹/۸	گلرنگ	۲/۳	۲۲/۳	۱۸
	۰/۶	۱۵	۹/۵		-۰/۸	۰/۸۲	۰/۲
جو آبی	۳۴	۴۹/۳	۳۹/۳	کلزا آبی	۱۱	۲۲	۱۷
	۱/۵	۵	۲/۴		-۰/۴	۰/۶	۰/۱
لوبیا آبی	۲۴	۴۱	۳۶				
	۱	۹/۴	۵/۸				

\* اعداد ردیف اول و دوم مربوط به هر محصول، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی می‌باشند.

جدول ۳، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی در پهنه مرکزی خشک (استان اصفهان)

تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری	تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری
گندم آبی*	۵۸/۶	۶۹/۷	۶۳/۲۴	سیب زمینی	۲/۹	۷۹/۵	۶۴/۶
	۹	۱۶/۷	۱۱/۶۷		-۱۰/۸	۲۷/۲	۱۵/۵
گندم دوروم	۱۸/۲	۳۰/۲	۲۶/۴۶	آفتابگردان	۱۱/۵	۲۴/۶	۱۷/۹
	-۰/۱	۱/۳	۰/۸		-۰/۴	۱/۲	۰/۱۳
جو آبی	۵۲/۵	۶۴	۵۹	برنج	۴۲/۸	۴۹	۴۶/۱۱
	۶/۴	۱۲/۸	۹/۷		۱۰/۶	۱۹/۲	۱۴/۷
ذرت	۲۰/۴	۲۷/۶	۲۳/۹	کلزا آبی	۱۴/۵	۱۹/۲	۱۷/۴
	۰/۴	۲	۱/۰۸		-۰/۲	۰/۲۵	۰/۰۴۶
پنبه	۱۹/۱	۲۹/۵	۲۰/۰۶	گلرنگ	۱۳/۵	۲۱/۱	۱۷/۴
	۰/۲	۲/۳	۱/۳۸		-۰/۳	۰/۴	۰/۰۲
چغندر قند	۲۳/۷	۳۳/۸	۲۵/۶				
	۰/۷	۳	۱/۶۲				

مجموعه یافته‌های این تحقیق بر اهمیت و ضرورت تامین مالی تحقیقات بهنژادی محصولات زراعی پهنه‌های اقلیمی، کشاورزی سه‌گانه دلالت دارد. این نتایج تاکیدی بر بازده و منافع مثبت و قابل قبول تحقیقات کشاورزی است. از آنجایی که محصولات مورد بررسی از محصولات راهبردی بخش کشاورزی و اقتصاد ملی و عمدتاً از محصولات وارداتی کشور می‌باشند، تامین نیازهای اعتباری تحقیقات آنها موجب افزایش بهره‌وری عوامل و به تبع افزایش تولید و عرضه داخلی و نیز کاهش واردات آنها خواهد شد. بنابراین توجه ویژه به تحقیقات کشاورزی به‌ویژه تحقیقات بهنژادی زراعی موجب رشد و توسعه بخش کشاورزی و به تبع اقتصاد ملی خواهد شد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله آثار اقتصادی تحقیقات بهنژادی محصولات زراعی مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های گلستان، اصفهان و آذربایجان شرقی با رهیافت تحلیل مازاد اقتصادی پیش از اجرا مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌ها بیانگر آن است که با وجود عدم حتمیت و ریسک نهفته در تحقیقات و فعالیت‌های کشاورزی، تحقیقات بهنژادی مورد بررسی متضمن رشد بهره‌وری عوامل تولید، افزایش عرضه محصولات کشاورزی و منافع اقتصادی می‌باشند و از این رو افزایش منافع تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را به دنبال خواهند داشت. این یافته‌ها به عنوان شواهدی مستند از بازده اقتصادی تحقیقات بهنژادی بر اهمیت و ضرورت تامین مالی آنها تاکید نموده و اختصاص اعتبارات و سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه اصلاح و معرفی ارقام زراعی جدید را توجیه‌پذیر می‌کند. ضمن اینکه می‌تواند سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی را به ضرورت تامین مالی پایدار تحقیقات کشاورزی مجاب نماید. لذا براساس یافته‌های این تحقیق پیشنهاد می‌شود:

نسبت به تجهیز منابع استانی و ملی تحقیقات کشاورزی به‌ویژه تحقیقات بهنژادی در پهنه‌های مورد بررسی توجهی ویژه مبذول گردد. مسلم است که سیاست‌های حمایتی برای معرفی و توسعه ارقام اصلاح شده، ضمن افزایش منافع کلیت جامعه می‌تواند مقدار قابل توجهی صرفه‌جویی ارزی نیز ایجاد نماید. با توجه به منافع تحقیقات بهنژادی برای جامعه، بخشی از منابع که می‌بایست جهت حفظ و افزایش ظرفیت تولید اختصاص یابد، به منظور پیشرفت فناوری در تحقیقات کشاورزی هزینه گردد تا از محدودیت و چالش‌های اعتباری نظام ملی تحقیقات کشاورزی کاسته شود. در این میان توجه ویژه به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و فراهم‌سازی بسترهای مناسب در راستای انجام تام و کمال فعالیت‌های پژوهشی آن ضرورتی گریزناپذیر در فرایند توسعه بخش کشاورزی و اقتصاد ملی می‌باشد. با توجه به عدم حتمیت منافع تحقیقات کشاورزی، راهکارهای مدون و علمی برای مدیریت و کاهش این عدم حتمیت در سطح بهره‌برداری‌های کشاورزی اندیشیده شود تا دستیابی به بیشینه منافع ممکن شود. در این راستا ارائه و تعمیق خدمات آموزشی و ترویجی و ایجاد زمینه‌های نشر و پذیرش فناوری‌های منتج از تحقیقات، تدارک کافی و به موقع نهاده‌ها، ارائه تسهیلات زیرساختی و اصلاح نظام بازاریابی محصولات کشاورزی می‌تواند در بیشینه‌سازی بازده تحقیقات کشاورزی تعیین‌کننده باشد.

## منابع

Alston, J.M., Norton, G. and Pardey, P.G(1998), Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting (2nd Edition). Wallingford, UK: CAB International.

- Banks, J & Karsen, J (2012), Discrete systems simulation, translated by Sharif University Press, second edition.-Bayer, J., Norton,G. and Falck,J(2008), The cost of biotechnology regulation in thePhilippines.Paper presented at the American Agricultural Economics Association AnnualMeeting,Orlando,Florida.
- Belli, P., Anderson, H., Barnum, J & Dixon, J(1998) Handbook on Economic Analysis of Investment Operations. Operations Core Services Network, Learning and Leadership Center, The World Bank, Washington, DC.
- Benin, S and You,L. (2007) Benefit-Cost Analysis of Uganda's Clonal Coffee Replanting Program :An Ex-Ante Analysis ,IFPRI Discussion Paper 00744.
- Beintema,N., Gert-Jan Stads,G,. Fuglie, K and Heisey.P (2012), ASTI Global Assessment of Agricultural R&D Spending: Developing Countries Accelerate Investment. International Food Policy Research Institute. Washington DC.
- Farsi, M & Bagheri, A(2006), Crop breeding principle, Meshed ferdousi university press, first edition.
- Gierend, J (1999), Integration of Risk and Multiple Objectives in Priority Setting for Agricultural Research: The Case of the National Dairy Research Program in Kenya, PhD Dissertation , University of Berlin.
- Horstkotte-Wesseler, G., Maredia, M., Byerlee, D and Alex. A (2007), Ex Ante Economic Analysis in AKIS Projects: Methods and Guidelines for Good Practice, WorldBank, Rural DevelopmentFamily, Agricultural Knowledge & Information Systems (AKIS).
- Gotsch, N.and Herrmann, R(2000), Assessing the expected welfare effects of biotechnological change on perennial crops under varying economic environments: a dynamic model for cocoa in Malaysia, Agricultural Systems. 63: 211-228.
- Kamali, M & Najafi, T. 2012, Research and management strategies in Iran, agriculture education press, first edition.
- Mardia, M., Byerlee, D and Anderson,J. (2001), Ex Post Evaluation of the Economic Impacts of Agricultural Research Programs: Paper Presented to the Workshop on " the Future of Impact Assessment in CGIAR, Rome May- 3-5.
- Masters, W. A., Coulibaly.B, Sanogo.D, Sidibé.M & Williams.A (1996), The Economic Impact of Agricultural Research: A Practical Guide. Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Mehrabi, m & nikseyr, f(2009), Guide for research and development institutions, Research center for country science poliCy, Tehran, Iran.
- Mutangadura, G. (1997) Meeting Development Objectives with Agricultural Research:Priority Setting in Zimbabwe, PhD Dissertation, Virginia Polytechnic Institute.
- Nameless(2011),Scientific comprehensive map for agriculture sectore, sterategic products of approved by agriculture stratrtegic council, Agricultural, educatin and extension research organization of Iran(AREEO).
- Nameless, different years, vice president for planning and strategic supervision, budget low, Tehran, Iran.
- Napasintuwong, O. & Traxler, G( 2009), Ex- ante impact assessment of GM papaya adoption in Thailand. AgBioForum, 12(2): 209-217. Available on the World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>.
- Pachico, D., Lynam, J., Peter, K, and Jones, G. (1987), The distribution of benefits from technicalchange among classes of consumersand producers: An ex ante analysisof beans in Brazil. Research Policy.16: 279-285.
- Pardey, P.G., Alston, J.M & Chan-Kang,C (2013), Public agricultural R&D over the past half century: an emerging new world order.Agricultural Economics.44 :103-113
- Patrick, I. and D.T. Vere,D.T,(1994), Ex ante assessment of the returns to livestock disease control in Indonesia, Agricultural Economics, 11: 83-91.



Sharifzadeh, A & Abdullahzade, G, 2011, Identification of current and optimal place of different involved in country agricultural research system, Journal of science and technology policy, 41(1) : 77-95.

Yorobe, J.M. (2006) Ex ante economic impact assessment of the ring spot virus resistant papaya in the Philippines, In Projected Impacts of Biotechnology Products in Indonesia and the Philippines (ISAAA and ABSP-II Impact Study) Manila. The Philippines: ISAAA.

